

(٢٨٤)  
وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي  
المركز الوطني للتوثيق الزراعي  
المختبر

الجمهورية العربية السورية  
وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي  
مديرية الإرشاد الزراعي  
قسم الإعلام

# الاصفح

## النبؤ بمحدوثه ومقاومته

## المقدمة

الصقيع هو انخفاض درجة حرارة الهواء أو التربة إلى الصفر المتوي أو أدنى منه ويحدث الصقيع الربيعي غالباً عندما يكون المتوسط اليومي لحرارة الهواء أعلى من الصفر المتوي .  
تتضرر النباتات من الصقيع إذا كانت حرارة الوسط المحيط بالنبات أو أجزائه أخفض من عتبة المقاومة الخاصة بالنبات وطور نموه .

يعتبر الصقيع ظاهرة معقدة وكانت الأبحاث الهادفة لدراسته نتيجة تضافر جهود المتنبئين - الجويين والعاملين في المناخ وفيزيولوجيا النبات والأرصاد الجوية الزراعية والمناخ الزراعي مما أدى إلى دراسة الصقيع من النواحي الفيزيائية والفيزيولوجية وشروط حدوثه الجوية والجغرافية والطبوغرافية - والزمنية .

يتأثر الانتاج الزراعي في القطر العربي السوري سنوياً بالصقيع بدرجات متفاوتة ويؤدي الصقيع في بعض السنوات وخاصة في المناطق الداخلية والجبليّة إلى القضاء على المزروعات وخاصة الخضراوات والأشجار المثمرة أو على ثمارها وتقدر الخسائر على مستوى القطر بعشرات الملايين من الليرات السورية .

يقاوم الصقيع بطرق مختلفة منها الطرق البيولوجية وتعتمد على زيادة مقاومة النبات للصقيع وتأخير تاريخ النمو والإزهار وكذلك الطرق الفيزيائية وأهمها : التدفئة ، الري بالرداذ ، التدخين ، السقاية السطحية ، التغطية ، المراوح و خلط الهواء ، الضباب الصناعي ، استعمال المعاليل الرغوية العازلة للحرارة

ومصدات الرياح • وهناك طرق للوقاية السلبية من الصقيع وهي عبارة عن تعليمات فنية من شأنها التقليل من اضرار الصقيع وأهمها اختيار الموقع وانتقاء الاصناف وبعض الأعمال الزراعية •

مهما كانت طريقة مقاومة الصقيع فلا بد من التنبؤ بالصقيع بالصقيع قبل حدوثه ليتمكن المزارع من اتخاذ اجراءات المقاومة كما يجب اختيار الطريقة المناسبة للمقاومة وذلك على ضوء اقيمة الاقتصادية للمحصول ووسائل المقاومة المتوفرة •

يقوم قسم البيئة والمناخ الزراعي في مديرية الاراضي منذ عام ١٩٨١ بتجارب الصقيع تهدف الى دراسة الجدوى الاقتصادية والفنية لطرق مقاومة الصقيع وطرق التنبؤ بحدوثه وتحمل المزروعات - لدرجات الصقيع المختلفة ، كما يقوم بتصميم وتصنيع واختبار اجهزة مختلفة لمقاومة الصقيع •

نعرض في هذه النشرة أهم ما يستخدم في العالم لمعالجة مشكلة الصقيع وكذلك بعض نتائج ابحاث الصقيع المحلية التي تهتم الاخوة المزارعين عليها تحقق الفائدة المرجوة •

## انواع الصقيع :

يصنف الصقيع حسب طبيعة تشكله وزمن حدوثه والاضرار التي يسببها للنبات كما يلي :

### ١ - الصقيع المتحرك :

يحدث الصقيع المتحرك عندما تتقدم كتلة هوائية باردة أو جبهة باردة الى منطقة ما فينخفض معدل الحرارة اليومي كما تقل السعة الحرارية اليومية ويسبب تجدد الهواء البارد باستمرار تصعب مقاومة الصقيع المتحرك ومن حسن الحظ أن هذا النوع من الصقيع يحدث غالبا في الشتاء عندما تكون الاشجار المثمرة في طور السكون وتتحمل درجات حرارة منخفضة ، نظرا لتكرار الصقيع المتحرك شتاء يسمى أحيانا بالصقيع الشتوي ويسميه الفرنسيون بالصقيع الاسود لان الاعضاء الحديثة للنباتات تتلف عندما يصيبها وتتلون باللون الاسود .

### ٢ - الصقيع الاشعاعي :

يحدث الصقيع الاشعاعي في الليالي الصافية والهادئة ، فصفاء السماء ينتج عن قلة احتواء الجو على بخار الماء باشكاله وحجومه المختلفة وكذلك الغبار وهذا يساعد على زيادة اشعاع الارض ليلا فتتخفض حرارة سطح الارض والتربة والنباتات بسرعة . واذا ما اقترنت هذه الظاهرة بسكون الرياح ازداد انخفاض حرارة سطح الارض وطبقة الهواء القريبة منه مكونة طبقة من الهواء البارد تستقر فوق الحقول ، وفي الحقول غير المستوية تزداد سماكة هذه الطبقة ويكون انخفاض الحرارة اكثر حدة خاصة في المناطق المنخفضة والاحواض المغلقة المحاطة بسفوح واسعة وذلك بسبب تحرك الهواء البارد الملامس للسفوح وتجمعه في المنخفضات بفعل كثافته العالية نسبيا . في حالات الصقيع الاشعاعي تكون حرارة الهواء الملامس لسطح التربة أخفض من حرارة الهواء على ارتفاع مترين يحوالي ثلاث درجات مئوية وتظهر على النباتات بلورات جليدية بيضاء لذلك يسميه الفرنسيون بالصقيع الابيض وغالبا ما يحدث هذا النوع من الصقيع ربيعا لذلك يسمى بالصقيع الربيعي والصقيع الربيعي اشد خطرا من الشتوي بسبب حدوثه في فترة النمو ويطرافق موعد حدوث الصقيع الربيعي مع طور الازهار للاشجار المثمرة أي بدءا من اوائل آذار في المناطق الساحلية والجنوبية الغربية الدافئة وفي آواخر آذار واوائل نيسان في السهول الوسطى

والشمالية بالنسبة للوزيات أما بالنسبة للفتاحيات فيتأخر حوالي اسبوعين عن التواريخ المذكورة ففي المناطق الجبلية المرتفعة يتأخر موعد حدوث الصقيع الربيعي للفتاحيات اذ تمتد الفترة الحرجة فيما بين ١٠ نيسان و ١٥ ايار في مناطق الوجداني وعين العرب الجنوبية وتتأخر في مناطق سرغايا ورنكوس اذ تمتد الفترة الحرجة للفتاحيات فيما بين ٢٥ نيسان و ٢٠ ايار .

## ٢ - الصقيع الاشعاعي المتحرك :

يحدث هذا النوع من الصقيع عند ورود الكتل الهوائية الباردة وفي اجزائها الجافة الغالية من الغيوم وغالبا ما يرافق هذا النوع المرتفعات الجوية وهو من اشد انواع الصقيع خطرا على المزروعات .

## العوامل المساعدة على تشكل الصقيع :

يتعلق حدوث الصقيع وشدته بعوامل عدة أهمها :

### ١ - طبوغرافية الارض :

يتعلق حدوث الصقيع بالشكل الطبوغرافي للحقل وبموقعه بالنسبة للتضاريس فالقسم تكون عرضة للصقيع المتحرك الذي تكون نسبة تكراره هنا اكثر من الصقيع الاشعاعي اذ يحدث الاخير اكثر ما يحدث في الوديان والمنخفضات وذلك لان الهواء الذي يتبرد يتماس مع الارض والمزروعات يظل محصورا لا يتجدد ويضاف اليه الهواء البارد القادم من السفوح المجاورة والذي ينساب يعد تيرده بسبب زيادة كثافته وينحدر الى الوديان فيزيد من حدة الصقيع الاشعاعي مما يجعل السمة الحرارية اليومية كبيرة في الوديان وتتعلق شدة الصقيع في المنخفضات والوديان بمساحة السفوح المقابلة والتي يرد منها الهواء البارد .

### ٢ - الارتفاع عن سطح البحر وسطح التربة :

تنقص درجة الحرارة بمعدل ٠.٦ درجة مئوية كلما ارتفعنا مئة متر عن سطح البحر وهذه القيمة تساوي ٠.٩٨ درجة مئوية في الهواء الجاف والهواء الرطب غير المشبع ، بينما في الهواء المشبع -- بخار الماء تساوي ٠.٤ درجة مئوية . وهنا يجب التفريق بين انخفاض الحرارة مع الارتفاع بشكل عام وبين تغير الحرارة في الطبقة الجوية الدنيا والتي تعيش ضمنها النباتات حيث تتغير الحرارة في الطبقة الجوية الدنيا ليلا

ونهارا وفق نظام معقد خاص اذ يلاحظ في ساعات الليل المتأخرة وخاصة في ليالي الصقيع الاشعاعي أن الحرارة تزداد مع الارتفاع حتى بضعة عشرات الامتار ثم تعود فتتخفض ثانية مع الارتفاع .

## ٢ - الغيوم :

تزداد شدة الصقيع عندما تكون السماء صافية خالية من الغيوم والغيوم تحد من شدة الصقيع حسب كميتها ونوعها ، فالغيوم الكثيفة التي تغطي السماء تقلل الى حد بعيد من خطر الصقيع اذ تعيد قسما من اشعاع الارض اليها ثانية فتحفظ حرارة الارض وقليلما ما تؤثر الغيوم المرتفعة الرقيقة والمتفرقة في الحد من شدة الصقيع .

## ٤ - الرطوبة :

يؤثر بخار الماء الموجود في التربة والهواء في الحد من الانخفاض المفاجيء لدرجة حرارة الهواء أو التربة فعندما يتجمد بخار الماء يطلق قدرا من الحرارة تخفف من حدة الصقيع وأحيانا تحول دون حدوثه كما ان بخار الماء الموجود في الجو يحفظ حرارة الارض ليلا اذ يقلل من اشعاع الارض ويزداد هذا الاثر كلما زاد بخار الماء في الجو .

## ٥ - سرعة الرياح :

تزيد الرياح من عملية الخلط الميكانيكية للهواء بين الطبقات الباردة الملامسة للسطح أثناء حدوث الصقيع الاشعاعي وبين الطبقات الادفا التي تلمسها وبالتالي تقلل الرياح من خطر الصقيع الاشعاعي ويحدث العكس في حالة الصقيع المتحرك اذ تزيد الرياح من اضرار الصقيع المتحرك .

## ٦ - حالة الارض الفيزيائية والغطاء النباتي :

ان فلاحه الارض وعزقها تؤدي الى زيادة المسامات في التربة مما يقلل من ناقليتها للحرارة من الطبقات العميقة الى الطبقات السطحية لذلك ينصح بعدم فلاحه الارض المعرضة للصقيع الا بعد زوال خطر وقوعه . كما اثبتت التجارب التي أجريت في بريطانيا بأن طبقات الهواء فوق الارض العشبية أكثر برودة من طبقات الهواء فوق الارض المارية لذلك ينصح بقص الاعشاب تحت الاشجار المثمرة ربيما للتقليل من خطر وقوع الصقيع على مستوى الهوام .

## ٧ - الكتل الهوائية الباردة :

تؤدي الكتل الهوائية الباردة وكذلك الجبهات الباردة في المنخفضات الجوية الى انخفاض عام في درجة الحرارة مما يزيد من خطر وقوع الصقيع بأنواعه .

### تأثير الصقيع على النباتات :

تختلف النباتات في تحملها لدرجات الحرارة حسب أنواعها وأصنافها وأطوار نموها وبالنسبة للأشجار المثمرة تتحمل البراعم الزهرية درجة حرارة - ٣ - مئوية وتتحمل الأزهار حتى - ٢ - درجة والثمار الصغيرة تتحمل - ١ - درجة وأخطر فترة لجميع أشجار الفاكهة هي فترة سقوط بتلات الأزهار ويلاحظ أن أعضاء النبات النضجة الفنية بالماء أكثر تعرضا للصقيع من غيرها . كما أن أضرار الصقيع لا تتعلق بالحرارة الدنيا التي تصل اليها أعضاء النبات فحسب ولكن تتعلق أيضا باستمرارية الصقيع فمثلا يمكن لنبات أن يتحمل درجة حرارة - ٤ مئوية دون أي ضرر إذا كانت فترة التعرض قصيرة بينما درجة حرارة - ٣ مئوية تلحق به أضرار فادحة إذا كانت فترة التعرض أطول .

تتأثر النباتات بالصقيع في فترة النمو كما تتضرر من الصقيع الشتوي في طور السكون وأعضاء النبات المعرضة للصقيع الشتوي هي الجذور وعقده الطعم وأسفل الساق وتقرحاته والبراعم الخشبية والزهرية إذ يسبب الصقيع تخريب البراعم الخشبية والزهرية والأنسجة النسجية وخاصة في الفروع الحديثة وتكون قاعدة الساق من الأجزاء الأكثر تضررا بسبب تجمع الهواء البارد بالقرب من سطح التربة وكذلك قمة الأغصان بسبب شدة ضياع الحرارة بالأشعاع ويظهر أثر الصقيع على النباتات خلال الأسابيع الأولى من فترة النمو .

فلنلاحظ نقصا في عدد الأزهار بسبب تخريب البراعم الزهرية وانعدام النمو في الفروع الحديثة الفنية بالماء ، كما أن البراعم والأزهار والأوراق تجف بصورة مفاجئة إذا كانت الأنسجة الحاملة للنسج قد تخربت كثيرا ، يتضرر المشمش والوجز والكرمة بصورة خاصة من الصقيع الربيعي إذ تكون الأنسجة مليئة بالماء فيشكل الجليد بين الخلايا ويتكثف النسج وهذا يسبب تخريبا ميكانيكيا للنسج الحية وأضرار الصقيع الربيعي تنتج بسبب تأثير الحرارة المنخفضة على البروتوبلازما مباشرة من جهة وتأثيره على نسبة الماء في الخلية من جهة ثانية ويسبب الصقيع تمغنن البراعم وسقوط الأزهار ، كما أنه يعطي نموا مضطربا للثمار وأشكالا مشوهة لها ويخرب الأوراق ويجعلها مجعدة ومشققة على وجهها السفلي .

تتضرر الازهار بسبب الصقيع فيلاحظ بعد حدوثه تلون الاعضاء المذكورة باللون الاسود ، اما اعضاء التأنث في الزهرة فيبدأ التلون باللون الاسود في رأس الابرة وينتهي في البويضة وإذا وصل السواد الى حواجز البويضة قضى عليها نهائيا دون أن يظهر ذلك من الخارج ثم تزيل الشرة الغضة وتموت .

غالبا ما تتحمل اللوزيات والتفاحيات الصقيع الشتوي وتتراوح عتبة مقاومتها بين - ٧ و - ٢٢ درجة مئوية وتتضرر الجذور والساق وتاج الشجرة عند درجة حرارة معينة تختلف باختلاف الانواع والاصناف وفي اواخر الشتاء وبداية الربيع تكون البراعم المنتفخة محمية بالحراشف السمكية والاشعار والمادة اللزجة التي توجد على الوجه الداخلي لهذه الحراشف فتساعد البراعم على تحمل درجات الحرارة المنخفضة اذ تتحمل من - ٦ درجات الى - ٨ درجات بالنسبة للتفاح والاجاص وتقل مقاومة الصقيع عند تفتح البراعم وظهور ألوانها .

**تضرر الاشجار المثمرة من الصقيع :**

**الكرمة :**

يصيب الصقيع الشتوي الكرمة اذا انخفضت درجة الحرارة الى ما دون - ٥°م فتتلف الفروع الحديثة ويتلون داخلها باللون الاسود كما تصاب منطقة التعمام الطعم بالاصل وهذه المنطقة أكثر تحسسا بالصقيع . وأحيانا يموت القسم الهوائي بكامله وتبقى الجذور حية وتعود الشجرة الى النمو من جديد في الربيع لذلك تغطى الكرمة بالتراب شتاء في المناطق التي تتعرض فيها الكرمة لصقيع الشتاء وتستخدم هذه الطريقة في بلغاريا ورومانيا ويجب تقليم الكرمة المصابة بصقيع الشتاء وترك الفروع السليمة والقوية .

تتضرر الكرمة في سورية من الصقيع الربيعي بشكل اساسي وعند اصابتها برامح الكرمة بالصقيع تبدو وكأنها مشوية ثم تموت جزئيا وتتضرر برامح الكرمة حتى عندما تكون حرارة الهواء موجبة وقد قيس درجة حرارة برامح الكرمة فكانت تتراوح بين الصفر و - ٢ درجة في حين كانت حرارة الهواء مازالت موجبة + ٢ درجة و + ٣ درجات .

يصيب الصقيع الخريفي العنب اذا هبطت درجة الحرارة الى ٥°م فاذا وقع الصقيع قبل نضوج العنب تهرمت الخلايا ويصبح العنب غير صالح لصناعة الخمر وإذا حصل الصقيع بعد النضج فانه يساعد على قتل الخلايا التي هي في طريق الموت ويتبخر الماء ويحال العنب الى العصير مباشرة .



## التفاح :

نادرامايسيب الصقيع الشتوي اضرارا للتفاح اذ تتحمل شجرة التفاح درجات حرارة منخفضة تصل الى - ٢٥ مئوية بل انها في روسيا وكندا تتحمل درجات حرارة تصل الى - ٤٥ درجة مئوية تحت الصفر لمدة قصيرة دون ان تتضرر .  
أما في فترة النمو فان درجة حرارة - ١٠ درجة مئوية في نهاية الازهار يمكن ان تسبب خسارة المحصول اذا استمرت أكثر من ساعة كما ان درجة حرارة - ٢ مئوية في الهواء كافية لالتلاف زهر التفاح بكامله .

## المشمش :

يكون المشمش الاخضر الصغير غضا بعد جفاف وريقات الكاس ويكون في طور النمو هذا عرضة لخطر الصقيع اذا انخفضت درجة الحرارة الى ادنى من - ٥ درجة مئوية وتتحمل الازهار حتى - ١٥ درجة مئوية والبراعم الزهرية تتحمل - ٤ درجة مئوية .

## الزيتون :

يسبب الصقيع الشتوي موت أجزاء من شجرة الزيتون وخاصة الفروع الحديثة وتظهر اعراض الضرر من الصقيع الشتوي على الاغصان ربيعا فتكون الاغصان المتضررة متشققة وجافة . أما الصقيع الربيعي فيسبب تشقق القشرة للفروع التي عمرها من سنتين الى خمس سنوات ، كما يسبب تشقق الاغصان الفتية ويلحق اضرارا بالغة بأزهار الزيتون ، وتمتلك الزهرة أكثر اجزائها تضررا فاما ان يقضي عليها الصقيع أو يشوه نموها الطبيعي وفي حالات الصقيع الضعيف يلاحظ وجود الكثير من الثمار صغيرة الحجم .

والصقيع الخريفي المبكر يسبب تلون الثمار بلون التبنغ كليا أو جزئيا ويسهل اصابتها بالامراض الفطرية في حال تضرر شجرة الزيتون بسبب الصقيع الشتوي يجب تقليمها وازالة الفروع الميتة ويستحسن اجراء التقليم في الربيع لتمييز الاجزاء السليمة من المصابة .

## الدراق :

قلما يحدث الصقيع الشتوي اضرارا للدراق الا عندما تنخفض درجة الحرارة الى - ١٨ درجة مئوية فما دون . أما الصقيع الربيعي فانه يلحق اضرارا بالغة

بالبرام اذا انخفضت درجة الحرارة الى - ٤ مئوية فما دون . اما الازهار فانها تتحمل حتى - ٣ مئوية والمقد الصغيرة تتحمل حتى - ١ درجة مئوية .

### الحمضيات :

اشجار الحمضيات حساسة للصقيع وقد لوحظ ان اشجار البرتقال والليمون تفقد اوراقها عند اصابتها بالصقيع وتحتاج الى خمس سنوات لتعود الى حالتها الطبيعية واذا كان الصقيع ضميما فانه يصيب لب الثمرة اذ يتلون باللون الاسود دون ان يتغير مظهرها الخارجى .

### ٤ - مراقبة الصقيع والتنبؤ بحدوثه :

عند توقع حدوث الصقيع يجب مراقبة درجة الحرارة اثناء الليل على مستوى النباتات فبالنسبة للمشاتل والكرمة الزاحفة والخضراوات تراقب درجة حرارة الهواء بالقرب من سطح التربة أما بالنسبة للاشجار المثمرة فتراقب درجة حرارة الهواء على ارتفاع يساوي ارتفاع اخفض فسن ، عند مراقبة الصقيع يجب الانتباه الى ان قراءة الترومومتر الرطب في مقياس يسكر ومتر تكون اقرب الى حرارة اعضاء النبات وخاصة الغضة منها والاكثر تعرضا للصقيع .

يمكن مراقبة الصقيع باحدى الطرق التالية :

#### ١ - طريقة الاناء :

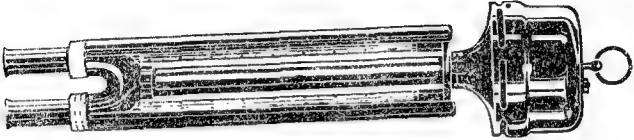
تستعمل هذه الطريقة في حال عدم توفر مقاييس حرارة حيث يستخدم اناء من النحاس أو الألمنيوم ويوضع فيه ماء بسماكة بضعة ملليمترات ثم يوضع على سطح التربة في الهواء الطلق بين الاشجار وعندما يبدأ الماء بالتجمد يستدل على حدوث الصقيع .

#### ٢ - طريقة مراقبة مقاييس الحرارة :

حيث توضع مقاييس الحرارة أو مقاييس البسكرومتر شكل (١) بين الاشجار وعلى ارتفاع يعادل اخفض الاغصان وتراقب درجة حرارتها وتغيراتها اثناء الليل ، كما يمكن استخدام مقاييس الحرارة الصغرى شكل (٢) لمعرفة اخفض درجة حرارة للهوام أو التربة في الليلة السابقة .

### ٣ - الاجهزة المنذرة بالصقيع :

توجد من هذه الاجهزة نماذج مختلفة منها المزود بجرس حيث تغلق دارة الجرس قبل حدوث الصقيع ومنها جهاز الانذار الاشعاعي ويتألف من لوح معدني بسيط محاط بسطل اسطواناني الشكل مغلق من الاسفل ومفتوح من الاعلى ومزود بترموستات ينذر بحدوث الصقيع قبل ساعة واحدة من بلوغ درجة الحرارة الجافة الصفر المئوي .



شكل (١) مقياس البسكرومتر



شكل (٢) مقياس الحرارة الصغرى

### التنبؤ بالصقيع :

ان التنبؤ الصحيح بالصقيع من ضرورات عملية مكافحة الصقيع الناجمة والاقتصادية فالتنبؤ يعطى قبل ساعات من حدوث الصقيع حتى يتم تحضير الاجهزة والمحروقات والايدي العاملة اللازمة لعملية المكافحة كما يعطى معلومات عن شدة الصقيع والتي تنفذ في تحديد الطرق التي يجب اتباعها في المقاومة وتكثيف أو تقليل اجراءات الحماية من الصقيع وفي اجزاء الحقل المختلفة ولا أنواع المزروعات وذلك حسب شدة الصقيع المتوقعة اذ يؤدي التنبؤ الصحيح والدقيق بالصقيع الى توفير الكثير من الجهد والامكانات المادية .

### التنبؤ العام بالصقيع :

تذيعه مراكز التنبؤ بالطقس ويعطي فكرة عامة عن موجات الصقيع للمساحات الجغرافية الكبيرة والبلدان وتقل دقته في البلدان المتنوعة التضاريس وحسب خصائص المناخ المحلي .

## خطوات التنبؤ المحلي بالصقيع

- ١ - في الساعة ١٢ر٣٠ توقيت محلي تؤخذ قراءة الترمومتر الرطب  $t_1$  كما تؤخذ قراءة الترمومتر الجاف  $t$  .
- ٢ - تستخرج قيمة الرطوبة النسبية من الجدول (١) .
- ٣ - تستخرج قيمة العامل  $C$  من الجدول رقم (٢)
- ٤ - تحسب قيمة الحرارة الدنيا للهواء صباح اليوم التالي باستخدام المعادلة التالية :  
مثال :  
الحرارة الدنيا للهواء  $M = T_1 - (T - T_1) C \rightarrow 4,7 - (5,9 - 4,7) 3,2 = + 0,9$   
الحرارة الدنيا للترية  $M = T_1 - (T - T_1) 2 C \rightarrow 4,7 - (5,9 - 4,7) 2 \times 3,2 = - 3,0$
- ٥ - في الساعة الثامنة والنصف مساء تؤخذ كمية الغيوم ويحسب التصحيح حسب كمية الغيوم من الجدول رقم (٣) .
- ٦ - يحسب التصحيح حسب الرياح ليلا باستخدام الجدول رقم (٤) - تؤخذ سرعة الرياح من - معلومات التنبؤ .
- ٧ - يحسب التصحيح حسب التضاريس من الجدول رقم (٥) .
- ٨ - يضرب التصحيح حسب التضاريس بالعامل المستخرج من الجدول رقم (٦) .
- ٩ - يحسب دور تغير الحالة الجوية من الخرائط التنبؤية وخاصة Advection
- ١٠ - تقارن درجة الحرارة الدنيا مع عتبة المقاومة لنوع النبات ولطور نموه من الجداول ( ٨ر٧ ) فإذا كانت الحرارة المتوقعة أدنى أو تساوي عتبة المقاومة يتوقع حدوث الصقيع .

**جدول (۱)**

بطلون في الهوانا النفسية

[illegible]



تأثير ظروف المكان على شدة الصقيع في الليالي الهادئة الصافية بالمقارنة مع المناطق المستوية من الحقل أو المتوسطة الارتفاع

جدول رقم ( ٥ )

نوع التضاريس	الهواء البارد		التغير	
	دخول	خروج	الحرارة الدنيا ليلا بالدرجات خريفا وربيعا	طول الفترة بدون صقيع (يوم)
القمم والاجزاء العليا لهضبة ميلانها ١٠ درجات و $\Delta h$ اكثر من ٥٠ مترا .	لا يوجد	جيد	من ٣ الى ٥	من ١٥ الى ٢٥
القمم والاجزاء العليا لهضبة ميلانها اقل من ١٠ درجات و $\Delta h$ اقل من ٥٠ متر .	لا يوجد	يوجد	من ٣ الى ١	من ١٥ الى ٥
سهول أو قمم مستوية اكبر من ٢ كم أو وديان مستوية أو مفتوحة .	لا يوجد	لا يوجد	∴	∴
وسط منحدرات الهضاب الميلان اقل من ١٠ $\Delta h$ اقل من ٥٠ مترا	يوجد	يوجد	∴	∴
القيعان واسفل المنحدرات والوديان الضيقة الطويلة .	يوجد	جيد	من ٣ الى ٥	من ٢٥ الى ١٥
القيعان واسفل المنحدرات عندما تكون المرتفعات المحيطة قليلة الارتفاع .	يوجد	يوجد	من ٣ الى ١	من ١٥ الى ٥
وديان الانهار الكبيرة .	يوجد	يوجد	من ٤ الى ٢	من ٢٠ الى ١٠

الاحواض الكبيرة و الانهدامات محاطة بجبال عالية .	يوجد	يوجد	.	.
الاحواض الكبيرة و الانهدامات محاطة بمرتفعات صغيرة ومائلة قليلا .	يوجد	بسيط	من ٢ الى ٣	من ١٥ الى ١٠
الوديان المغلقة والقيعان .	يوجد	تقريبا لا يوجد	من ٣ الى ٥	من ٢٥ الى ١٥
الاحواض الصغيرة نسبيا والمغلقة .	يوجد	لا يوجد	من ٦ الى ٤ واكثر	من ٣٠ الى ٢٥ واكثر
اسفل المنحدرات والوديان العريضة قليلة الانحدار .	يوجد	ضعيف	من ٢ الى ٥	من ٢٥ الى ١٥
الوديان العريضة المستوية والمغلقة .	يوجد	لا يوجد تقريبا	من ٦ الى ٤ واكثر	من ٣٠ الى ٢٥ واكثر
منخفضات رطبة .	لا يوجد	لا يوجد	من ٦ الى ٣	من ٣٠ الى ١٥



جدول (٦)

( عامل تصحيح التضاريس )

الفيوم	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	٠
سرعة الرياح/م/ثا	٨	٨	٨	٨	٨	٨	٨	٨	٨
٠	١	٠.٩	٠.٨	٠.٧	٠.٦	٠.٥	٠.٤	٠.٣	٠.٢
٢	٠.٩	٠.٩	٠.٨	٠.٧	٠.٦	٠.٥	٠.٤	٠.٣	٠.٢
٤	٠.٨	٠.٨	٠.٨	٠.٧	٠.٦	٠.٥	٠.٤	٠.٣	٠.٢
٦	٠.٧	٠.٧	٠.٧	٠.٧	٠.٦	٠.٥	٠.٤	٠.٣	٠.٢
٨	٠.٦	٠.٦	٠.٦	٠.٦	٠.٦	٠.٥	٠.٤	٠.٣	٠.٢
١٠	٠.٥	٠.٥	٠.٥	٠.٥	٠.٥	٠.٥	٠.٤	٠.٣	٠.٢
١٢	٠.٤	٠.٤	٠.٤	٠.٤	٠.٤	٠.٤	٠.٤	٠.٣	٠.٢
١٤	٠.٣	٠.٣	٠.٣	٠.٣	٠.٣	٠.٣	٠.٢	٠.٢	٠.١

جدول (٧)

عتبة المقاومة (درجة مئوية)

الزهار التام	الثمار الصغيرة	البراعم	الصف
٠.٦ —	٠.٦ —	١ —	الكرونة
٢ —	٢ —	٤ —	التفاح
١ —	٢ —	٤ —	الفسق الحلبي
١ —	٢ —	٤ —	الاجاص
١ —	٢ —	٥ —	الكرز
١ —	٣ —	٤ —	الدراق
٠.٥ —	١.٥ —	٤ —	المشمش
١ —	٣ —	٣ —	اللوز
١ —	١ —	١ —	الجوز

جدول رقم ( ٨ ) قيم الحرارة الحدية لبعض النباتات

بدء تضرر النباتات وموتها الجزئي				مستوى معظم النباتات		
لون الثبات	تطور القوية	الازهار	تكون السنبال والتفج النهائي	ظهور البادرة	الازهار	تكون السنبال والتفج النهائي
القمح الربيعي	١٠-٤٦-	٢-٤١-	٤-٤٢-	١٢-٤١٠-	٢-	٤-
شومان	٩-٤٨-	٢-٤١-	٤-٤٢-	١١-٤٩-	٢-	٤-
شمس	٨-٤٧-	٢-٤١-	٤-٤٢-	١٠-٤٨-	٤٢-	٤-
عندس	٨-٤٧-	٣-٤٢-	٤-٤٢-	١٠-٤٩-	٣-	٤-
حمص	٨-٤٧-	٣-	٤-٤٣-	١٠-٤٨-	٤-٤٣-	٤-
الفول	٦-٤٥-	٣-٤٢-	٣-٤٢-	٦-	٢-	٤-٤٣-
عباد الشمس	٦-٤٥-	٣-	٣-٤٢-	٨-٤٧-	٢-	٢-
الكتان	٧-٤٥-	٢-٤١-	٤-٤٢-	٧-	٢-	٤-
القنب	٧-٤٥-	٢-٤١-	٤-٤٢-	٧-	٢-	٤-
الشوندر السكري	٧-٤٦-	٣-٤٢-	٤-	٨-	٣-	٤-
الجزر	٧-٤٦-	٤-	٤-	٨-	٤-	٤-
اللفت	٧-٤٦-	٤-	٤-	٨-	٤-	٤-
السلق	٧-٤٦-	٤-	٤-	٨-	٤-	٤-
اللوبياء	٥-٤٤-	٣-٤٢-	٤-	٦-	٣-	٤-
فول الصويا	٤-٤٣-	٣-٤٢-	٤-	٦-	٣-	٤-
الذرة	٣-٤٢-	٢-٤١-	٣-٤٢-	٣-	٢-	٢-
الدخن	٣-٤٢-	٢-٤١-	٣-٤٢-	٣-	٢-	٢-
البطاطا	٢-	٢-	٣-٤١-	٣-٤٢-	٣-٤٢-	٢-
التبغ	٣-٤٢-	٤-	٣-٤٢-	٣-	٤-	٣-
الحنطة السوداء	٢-٤١-	١-	٢-٤١٤٥-	٢-	١-	٢-
الفاصولياء	١-٤٠٥٠-	١-٤٠٥٠-	٢-	٥-٤١-	١-	٢-
القطن	١-٤٠٥٠-	١-٤٠٥٠-	١-	١-	١-	٢-٤١-
البطيخ	٠٥٤١-	١-٤٠٥٠-	١-٤٠٥٠-	١-	١-	١-
الرز	١-٤٠٥٠-	٠٥٠-	٤-	١-	٠٥٠-	٤-
السمسم	٠٥٠-	٤-	٥-	١-	٤-	٤-
الفول السوداني	٠٥٠-٤١-	٥-	٥-	١-	٤-	٤-

## طرق الوقاية من الصقيع ومقاومته :

### طرق الوقاية السلبية :

وهي عبارة عن اجراءات وقائية تساعد في الوقاية من الصقيع كما تحد من شدته ومنها :

- اختيار الموقع حيث تؤثر شروط المكان المحلية والموقع بالنسبة للتضاريس في المنطقة وشكل الحقل الطبوغرافي على تغير شدة الصقيع وطبيعة حدوثه .

- انتقاء الاصناف حيث تختار انواع الاشجار والاصناف متأخرة الازهار والاقبل تضررا بالصقيع في الاماكن الأكثر عرضة للصقيع .

- الاعمال الزراعية حيث تتخذ الاجراءات التي تسهل تصريف الهواء البارد كما يوصى بقص الاعشاب تحت الاشجار المثمرة وتسوية الارض ودخلها بعد الحراثة لتسهيل انتقال الحرارة من طبقات التربة العميقة وتقليل الاشجار بحيث يعتمد تاج الشجرة عن سطح الارض قدر الامكان وتوجه صفوف الاشجار حسب التضاريس بحيث تساعد على تصريف الهواء البارد .

### طرق الوقاية الايجابية :

وهذه الطرق يلجأ اليها لمنع حدوث الصقيع أو للتقليل من أضراره شريطة أن يترك مجال للرياح الكافي - أي أن تكون الجدوى الاقتصادية لعملية مقاومة الصقيع ايجابية - هذا وان مختلف طرق الوقاية الايجابية تسعى لحفظ حرارة النبات فوق عتبة مقاومته وتحقق هذه الطرق هدفها أما الحفاظ على حرارة الطبقة الجوية الدنيا عن طريق تقليل فقد الحرارة بالاشعاع أو باعطاء قدرة حرارية اضافية لهذه الطبقة وتقسّم طرق الوقاية الايجابية الى :

أ - الطرق البيولوجية .

ب - الطرق الفيزيائية .

آ - الطرق البيولوجية ومنها .

- زيادة مقاومة الاشجار وذلك بتحسين شروطها الغذائية والمائية .

— تأخير النمو والازهار ويتم ذلك باختيار اصول ذات نمو متأخر أو استعمال محاليل ذات أساس هرموني وتعالج الازهار المتضررة باحداث نمو للشار بدون تلقيح مباشر للبويضة باستعمال بعض المركبات مثل حمض الفانثتالين الحامضي ويستعمل حمض جيبيراليك للاجاص وسيكوكوك لتأخير ازهار الاجاص وكذلك كـ الآر للكرز والتفاح .

### ب - الطرق الفيزيائية :

وتشمل الري بالرذاذ أو الري السطحي ، المراوح وخلط الهواء ، الضباب الصناعي والتدخين ، التغطية ، التدفئة .

### الري بالرذاذ والري السطحي :

يقاوم الصقيع برش الماء فوق الاشجار أو تحتها وفاعلية الرش فوق الاشجار اكش من فاعلية الرش تحتها ، وهناك معاذير للرش فوق الاشجار منها تراكم الجليد على الاغصان في حالات الصقيع الشديد وكذلك المساعدة على انتشار الامراض والحشرات بسبب زيادة الرطوبة وبيبين الجدول التالي فاعلية الرش فوق الاشجار .

معدل زيادة درجة الحرارة	زمن دورة آلة الرش بالثقيقة	معدل الرش مم / ساعة
٥ر٥	٣٠ - ١	١ر٥ - ١ر٠
٥ر٥	٣٠ - ١	١ر٥ - ٢ر٠
٥ر٢	٢ -	٢ر٥ - ٢ر٠
٥ر٩	٢ -	٢ر٥ - ٣ر٠
٦ر٠	١ -	٣ر٥ - ٣ر٠

يبدأ الرش فوق الاشجار في فترة انخفاض درجة حرارة الهواء الى الصفر المئوي واقترباها من الحرارة الحدية للنبات .

كما يستخدم الري بالرذاذ لاطالة فترة السكون وذلك في الايام التي يزيد معدل الحرارة فيها عن الصفر البيولوجي في بداية الربيع ظهرا حيث تؤخر هذه العملية الازهار من اسبوع الى اربعة اسابيع ويستعمل الري بالرذاذ تحت الاشجار بشكل واسع في امريكا بسبب عدم تسببه في انتشار الامراض وتكون الجليد على الاغصان ، كما يستعمل الري السطحي وخاصة للكرمة الزاحفة والغضاروات .

## المراوح وطريقة خلط الهواء :

وتتم بخلط الهواء البارد القريب من سطح الارض مع الهواء الادفا المتوضع في الطبقات الاعلى في ليالي الصقيع الاشعاعي . حيث تستعمل طائرات الهيلوكبتر أو مراوح قطر شفراتها ( ٢.٥ - ٤ متر ) وتدور من ( ٩٠٠ - ١٣٠٠ ) دورة في الساعة .

حيث توضع المراوح على برج ارتفاعه عشرة أمتار وتجري دورة كاملة حول محور البرج كل ساعتين ودقيقتين ويمكن أن يكون المحرك كهربائي أو بالوقود السائل والاستطاعة اللازمة خلال ساعة تتراوح بين ٢٠-٣٠ HP وتنطلي المروحة الواحدة من ٢ - ٤ هكتار ومحورها مائل باتجاه الارض بزاوية ١٠ - ٢٠ درجة وهناك شروط مثلى لاستخدام المراوح تتلخص بالتالي :

- المساحة المعمية كبيرة
- سقف الانقلاب الحراري من ١٢ - ١٥ مترا
- الحقل مستوي
- نصف الفرق بين الحرارة على ارتفاع ١٥ متر وارتفاع خمسة أمتار بين ١ - ٣ درجة مئوية
- الصقيع من النوع الاشعاعي
- يجب تشغيل المراوح قبل نصف ساعة من حدوث الصقيع .

## الضباب الصناعي والتدخين :

يشكل الدخان طبقة فوق الحقول تعيدقسما من اشعاع الارض اليها ثانية فتقلل من معدل تبريدها وخاصة اذا كان نصف قطر جزئيات الدخان من رتبة ١٠ ميكرون فما فوق وقد استخدمت الاجهزة التي تنتج ستارة من الضباب أو الدخان في الاغراض العسكرية الا ان حبيبات هذه الستارة اقل من أطوال موجات الاشعاع الارضي وبذلك يقل مفعولها ويتم الحصول على الضباب والدخان بطريقتين .

- ١ - لتحضير الدخان تحرق اكوام النفايات وبقايا المزارع والمصانع .
- ٢ - لتحضير الضباب يستعمل كلوريد الزنك، الفوسفوريت الاحمر + نترات الامونيا ، خليط مكون من ٣ اجزاء من الفازولين + جزء واحد من الماء ،

كلوريد الامونيوم ،كلورات البوتاسيوم ويتراوح معدل زيادة درجة الحرارة باستخدام هذه الطرق بين ٢-٢٥ درجة مئوية .

### التفطية :

وتتم بتفطية النبات بالزجاج أو المواد البلاستيكية أو بالقش أو القماش أو التراب اذ تعد التفطية من فقد الحرارة بالاشعاع أو عن طريق تيارات الحمل وتعمل على هذا المبدأ البيوت الزجاجية والبلاستيكية .

### طريقة التدفئة :

وتتم بحرق الوقود السائل أو الصلب أو أية مواد أخرى قابلة للاشتعال وأجهزة التدفئة صغيرة الحجم أفضل من كبيرة الحجم وترفع هذه الوسائل حرارة الهواء من درجتين الى ثلاث درجات .

### استخدام النفايات :

حيث تستخدم النفايات الرطبة ومن مساوئ هذه الطريقة صعوبة اشعال الاكوام وعدم امكانية التحكم في شدة الاحتراق وتلوث البيئة والتربة بالمواد غير القابلة للاحتراق .

ويبين الجدول التالي الحرارة الناتجة من احتراق أنواع مختلفة من الوقود مقدرة بالكيلو حريرة .

كمية الحرارة الناتجة عن احتراق كيلو غرام واحد من المادة			
المادة	أدنى قيمة	أعلى قيمة	المعدل
روث الحيوانات	٥٠٠	٢٠٠٠	١٢٥٠
الاخشاب	٢٠٠٠	٣٠٠٠	٢٥٠٠
النفط	٥٠٠٠	—	١٠٠٠٠
القحم	٧٠٠٠	٧٨٠٠	٧٤٠٠
طوب قحم	٢٥٠٠	٨٠٠٠	٧٥٠٠
دبال	—	٣٥٠٠	٣٠٠٠
بقايا بترول	—	—	١٠٥٠٠

## أجهزة التدفئة التي تستخدم الوقود السائل :

تصنع الاجهزة عادة من وعاء معدني يتسع لـ ١٠ - ٢٠ لترا وهي اما أن تكون بسيطة أو ذات مدخنة مع منظم للهب والوقود ويفضل النوع الثاني .

دلت التجارب بأن تسخين الهواء بأجهزة التدفئة المختلفة ترفع حرارة الهواء حوالي ثلاث درجات مئوية إذا كان عدد الاجهزة يتراوح بين ١٠٠ - ٢٥٠ جهازا في الهكتار الواحد موزعة في البستان وذلك حسب تضاريس الحقل وشدة الصقيع ونوع المحصول ويمكن الحصول على ارتفاع ٥/ درجات إذا زيد عدد الاجهزة الى ٤٠٠ - ٥٠٠ جهازا ويختلف استهلاك الجهاز للوقود باختلاف نوعه الا انه يقدر من ٢٠٠ - ٦٠٠ كغ للهكتار في الساعة الواحدة وذلك باختلاف شدة الصقيع وطبيعة الحقل ومردود الجهاز .

وتشغل اجهزة التدفئة قبل بلوغ حرارة الهواء على متوسط ارتفاع الجزء المتضرر من النبات درجة مئوية واحدة أعلى من الحرارة العدية .

يبين الشكل (٣) سطل التدفئة البسيط ويتكون من وعاء من الحديد المزيّن بغطاء من مغطّتين يرفع العلوي منهما أثناء الاشغال ويستعمل للاطفاء ولحماية محتويات السطل من المطر في حالة عدم الاستعمال . يستعمل المازوت أو الزيت المحروق أو الفيول أو خليط من هذه المواد ثم تضاف كمية من نشارة الخشب أو التبن الى محتويات السطل لتسهيل الاشغال وتنظيم الاحتراق وينصح باستعمال خليط

مكون من المازوت والزيت المحروق بنسبة  $\frac{1}{3}$  أو الزيت المحروق والفيول بنسبة  $\frac{1}{2}$  .

يبين الشكل (٤) نموذجا لاجهزة مقاومة الصقيع المزودة بمنظم لكمية الوقود وقد صمم الجهاز ونفذه واختبره قسم البيئة والمناخ في مديرية الاراضي ويتألف الجهاز من :

١ - أنبوب معدني  $\frac{3}{8}$  انش بطول متر واحد مزود بصنوبر في احدى

نهايته للتحكم بكمية الوقود ونهايته الأخرى مثنية على شكل حرف و ومزودة بثلاثة ثقوب من الأعلى بقطر ٥ ر. سم يخرج منها المازوت بشكل بخار .

٢ - حامل من الحديد على شكل منصّب ثلاثي بارتفاع ٣٠ سم ومزود بقطعة من الصفيح مثلثة الشكل مثنية من الجوانب تثبت تحت نهاية الأنبوب المثقبة وتستعمل لتحمية الجهاز عند الاشتعال .

٣ - سطل من الصفيح يحتوي على الماء يوضع فوق اللهب ويرتكز على حلقة معدنية في نهاية الحامل .

تفدى كل ثلاثة أجهزة من صفيحة تحتوي على المازوت سعة ١٨ ليترًا تثبت في جذع إحدى الأشجار وينقل المازوت إلى الأجهزة بواسطة أنابيب من البلاستيك شكل (٥) يمتاز هذا الجهاز عن السطول العادية بما يلي :

- يمكن التحكم بكمية المحروقات .

- يوفر من كمية القدرة الحرارية اللازمة لمكافحة الصقيع إذ تحصل على بخار الماء الذي يزيد من الرطوبة النسبة للهواء فيقلل من إشعاع الأرض وتبرد الطبقة الجوية الدنيا وعند الحصول على كمية من بخار الماء في الطبقة الجوية الدنيا يبدأ البخار الزائد بالتكثف على الأجسام الباردة ومنها الأزهار وأعضاء النبات المعرضة للصقيع ويعطيها حرارة التجمد والتي تعادل ٦٠٠ حريرة لكل هرام واحد من بخار الماء .

- مردود الجهاز أكبر من مردود السطول لأن الطاقة الحرارية التي تفقدها الطبقة الجوية الدنيا عن طريق تيارات الحمل أقل من السطول .

- احتراقه شبه تام وبالتالي فإن خطره على البيئة المجاورة أقل من السطول

- لا تزيد كلفته من كلفة السطل .

- يعمل على مبدأ الطرق المختلطة في مقاومة الصقيع إذ يجمع بين طريقتي التدفئة واستعمال بخار الماء .



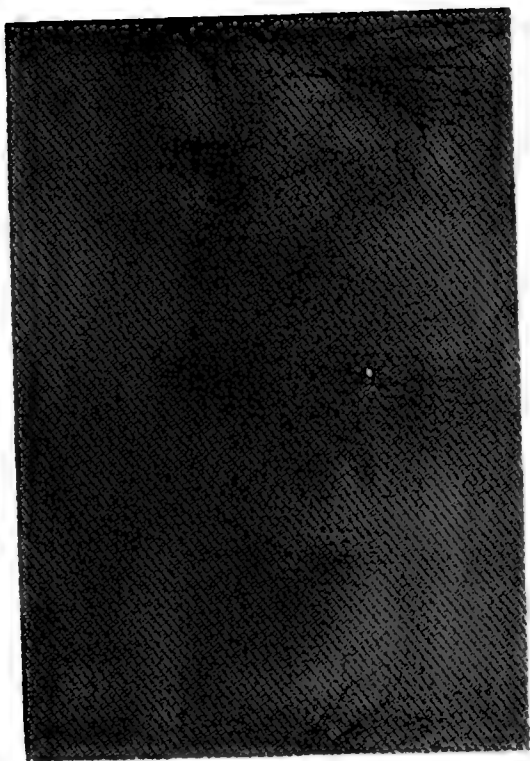


شكل (٣) سطل التفتة البسيط

شكل (٤) جهاز مكافحة الصقيع المصمم في مديرية الأراضي



شكل (٥) توزيع الأجهزة في البستان ومكان الخزان



### الجدوى الفنية والاقتصادية لطرق مقاومة الصقيع :

لنزع الصقيع نحتاج لتعويض ما تفقده التربة والنباتات من الطاقة الحرارية أو التقليل من الطاقة المفقودة بحيث يتم التوازن الحراري للطبقة الجوية الدنيا ولتحقيق هذه الغاية نحتاج في حالات الصقيع المتوسط الى ٧٥٠ مليون حريرة للهكتار في الساعة الواحدة ويمكن الحصول على الطاقة المطلوبة من أي مصدر من مصادر الطاقة علما انه :

١ كغ مازوت يعطي ١٠٣٠٠ كيلو حريرة •

٨٦٠ كيلو حريرة تعادل ١ كيلو واط ساعي •

١٩١٩ لتر مازوت يعادل ١١٩٨ كيلو واط ساعي •

وبالتالي :

لتر واحد من المازوت يعادل تقريبا ١٠ كيلو واط ساعي أي ٨٦٠ كيلو حريرة يحتاج الهكتار الواحد في الساعة الى :

٧٥ كغ مازوت أو ٨٨ لتر مازوت أو ٨٨٠ كيلو واط •

عند مكافحة الصقيع بالري بالرذاذ يحتاج الهكتار في الساعة ٨٣ طن ماء عندما تكون حرارة الماء عشرة درجات مئوية وإذا كانت المكافعة ببخار الماء يحتاج الهكتار في الساعة الى ١٠٠٠ كغ بخار ماء •

يمكن حساب الجدوى الاقتصادية لطرق مكافحة الصقيع كما يلي :

$$\frac{C + P + S}{E} = S$$

حيث  $\frac{C + P + S}{E}$  - كلفة عملية مقاومة الصقيع في واحدة المساحة في السنة الاولى

$S$  - ثمن وسائل المكافعة •

$P$  - ثمن المحروقات في السنة الاولى •

$E$  - أجر العمال •

$C$  - المساحة •

تحسب كلفة مقاومة الصقيع لنفس البستان للسنوات التالية كما يلي :

$$\frac{C + P}{E} = S$$

$i = 2, 3, \dots, n$

وبفرض أن وسائل المكافعة تبقى صالحة للعمل لمدة عشرة سنوات يكون متوسط كلفة عملية المقاومة في واحدة المساحة .

$$\frac{\frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30} + \frac{1}{40} + \frac{1}{50} + \frac{1}{60} + \frac{1}{70} + \frac{1}{80} + \frac{1}{90} + \frac{1}{100}}{10} = \frac{1}{10}$$

$$10 \dots 2 \dots 1 = n$$

ت حسب الجدوى الزراعية لعملية مكافحة الصقيع كما يلي :

$$\frac{C_n - C_{n-1}}{C} = \frac{C_n - C_{n-1}}{C}$$

حيث  $C_n$  - متوسط انتاج الحقل في سنوات المكافعة ( كغ )

$C_{n-1}$  - سعر كيلو غرام واحد من الانتاج حسب اسعار ١٩٨١

$C$  - متوسط الانتاج في السنوات السابقة أي متوسط الانتاج في

السنوات التي لم تتخذ فيها اجراءات المقاومة ( كغ )

الربح الناتج عن مكافحة الصقيع في السنة الاولى .

$$R = C_n - C_{n-1}$$

وفي السنوات الاخرى .

$$R_n = C_n - C_{n-1}$$

متوسط الربح خلال عشرة سنوات .

$$\frac{R_1 + R_2 + \dots + R_{10}}{10} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_{10}}{10}$$

السنة المثوية من الربح الكافية لمقاومة الصقيع في السنة الاولى

$$\frac{100 \times R_1}{R} = \frac{100 \times R_1}{R}$$

وفي السنوات الاخرى

$$L_i = \frac{100 \times S_i}{R_i} \quad i = 1, 2, \dots, 10$$

$$\frac{L_i}{S_i} = \frac{100}{R_i}$$

### الجدوى الاقتصادية لعملية مكافحة الصقيع

تُحسب الجدوى الاقتصادية والفنية لطرق مقاومة الصقيع بحيث تختار الطريقة الأقل تكلفة والتي تؤدي الفرض كما يمكن استعمال الطرق المختلطة شرط أن تكون كلفتها أقل من تكلفة أية طريقة منفردة وبما أن أسعار مصادر الطاقة غير ثابتة كما أن الجدوى الفنية لطرق مكافحة الصقيع تختلف من مكان لآخر حسب الوضع الجوي والظروف الجغرافية والطبوغرافية للمكان فلا بد من حساب الجدوى الاقتصادية والفنية لطرق مكافحة الصقيع عند اتخاذ إجراءات المقاومة .

## المراجع

- ١ - طاهر خيلفة : الصقيع وبساتين الاشجار المثمرة ١٩٥٧ .
- ٢ - بيرلاند ١٩٠٠م وكراسيكوف : التنبؤ بالصقيع ومقاومته دار نشر الارصاد الجوية ليننغراد ١٩٧٢ .
- ٣ - مينتستان ١٠ : المناخ الزراعي دار نشر الارصاد الجوية ليننغراد ١٩٧٢ .
- ٤ - كولتسبرغ : الخصائص المناخية للمقيع وطرق مقاومته في الاتحاد السوفييتي دار نشر الارصاد الجوية ليننغراد ١٩٦١ .